Note de recherche forestière n° 133

Longévité du bouleau à papier au Témiscamingue

Christian GODBOUT, ing.f., M. Sc., *Ph. D.*

F.D.C. 551
L.C. 397.P28

Résumé

Le bouleau à papier (*Betula papyrifera* Marsh.) est une espèce pionnière arborescente et, à ce titre, sa longévité est considérée comme étant relativement courte, de l'ordre de 150 ans, et pourrait exceptionnellement atteindre 200 ans. Cependant, certaines études rapportent que cette essence atteint des âges de plus de 200 ans. Afin de faire la lumière sur la longévité du bouleau à papier, nous avons recensé l'âge de vieux bouleaux à papier dans la sous-région écologique 3a-S du sous-domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune de l'ouest au Témiscamingue. Les résultats montrent que le bouleau à papier atteint des âges de plus de 200 ans sur plusieurs stations de cette sous-région écologique. Le plus vieux bouleau à papier échantillonné est âgé de 291 ans.

Mots clés : bouleau à papier, longévité, Témiscamingue, *Betula papyrifera*

Abstract

*Paper birch (*Betula papyrifera *Marsh.) is a pioneer tree species and is thus considered a relatively short-lived species with a life span of about 150 years and could exceptionally reach 200 years. However some studies showed that this species may live more than 200 years. In order to clarify the longevity of this species, we investigated the age of old paper birch trees of the ecological sub-region 3a-S of the western Maple-yellow birch bioclimatic sub-domain of the Témiscamingue region. The results show that paper birch can live for more than 200 years on several ecotypes of this region. The oldest sampled paper birch tree was 291 years old.*

Key words : paper birch, longevity, Témiscamingue, Betula papyrifera

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune
Direction de la recherche forestière
2700, rue Einstein
Québec (Québec) G1P 3W8
Téléphone : 418 643-7994
Télécopieur : 418 643-2165
Courriel : recherche.forestiere@mrnf.gouv.qc.ca
Site Internet : www.mrnf.gouv.qc.ca

Québec

Introduction

Le bouleau à papier (*Betula papyrifera* Marsh.) est une espèce pionnière et à ce titre, sa longévité est considérée comme étant relativement courte. Ainsi, pour le nord-est des États-Unis, HUTNIK et CUNNINGHAM (1961, 1965) mentionnent que le bouleau à papier atteint sa maturité entre 60 et 75 ans, que quelques tiges vivent au-delà de 140 ans et qu'une tige peut atteindre à l'occasion un âge de 200 ans. Cette information est largement véhiculée dans la littérature scientifique (MARIE-VICTORIN 1964, LORTIE 1979, HAEUSSLER et COATES 1986, SAFFORD *et al.* 1990, SIMS *et al.* 1990, PETERSON *et al.* 1997, OMNR 2000). Selon GRABER *et al.* (1973), cette information proviendrait d'une estimation de DANA (1909) selon laquelle le bouleau à papier atteint sa maturité entre 70 et 85 ans et vit rarement plus de 150 ou 200 ans. FRELICH et LORIMER (1991) notent toutefois que des bouleaux à papier épars de plus de 150 ans sont communs dans les peuplements issus de feux. Le guide sur la sylviculture du bouleau à papier pour le nord-est des États-Unis (MARQUIS *et al.* 1969, SAFFORD 1983) ainsi que d'autres ouvrages de référence (LOEHLE 1988; OMNR 1998, 2003) mentionnent que le bouleau à papier vit un maximum de 140 ans et FARRAR (1995) indique que le bouleau à papier ne vit que 120 ans. Toutefois, certaines études rapportent des âges de 200 ans et plus pour le bouleau à papier ou son espèce voisine, le bouleau à feuilles cordées (*Betula cordifolia* Regel). Ainsi, dans les Montagnes Blanches du New Hamsphire, GRABER *et al.* (1973) ainsi que HILL (1989) ont observé des âges de 225 et 232 ans respectivement pour le bouleau à feuilles cordées. Au Québec, BERGERON et DUBUC (1989) mentionnent avoir sondé et daté plusieurs bouleaux à papier de plus de 200 ans en Abitibi-Témiscamingue.

Ces informations tirées de la littérature scientifique sont quelque peu confondantes. D'une part, les ouvrages sur l'autécologie et la sylviculture du bouleau à papier indiquent que cette espèce vit relativement peu longtemps, de 120 à 140 ans et exceptionnellement 200 ans. Ces affirmations ne sont toutefois pas appuyées par des études d'âge qui ont été publiées. D'autre part, certaines publications font état d'âges observés de plus de 200 ans pour cette espèce. Afin de faire la lumière sur la longévité du bouleau à papier, nous avons entrepris une étude sur l'âge de vieux bouleaux à papier dans l'ouest du Québec. Cette note présente les résultats pour une partie de la région du Témiscamingue.

Méthode

L'étude a été réalisée au Témiscamingue (Figure 1) et est restreinte à la sous-région écologique des collines du Lac Kipawa (3a-S) du sous-domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune de l'ouest (GOSSELIN *et al.* 1999). La recherche de vieux bouleaux à papier a été limitée presque exclusivement à des peuplements accessibles par l'intermédiaire du réseau routier. Le type d'échantillonnage effectué est un échantillonnage non probabiliste appelé « échantillonnage de convenance » pour lequel aucun plan de sondage n'est établi mais pour lequel le repérage de vieux individus a été fait visuellement le plus souvent directement à partir du chemin. Ce type d'échantillonnage permet d'obtenir des commentaires descriptifs au sujet des échantillons sans faire référence à des probabilités ni à des statistiques puisque les unités sont choisies arbitrairement. Au début de notre échantillonnage, plusieurs tiges de 100 à 130 ans (17 tiges provenant de 9 peuplements différents, tous issus de coupe, et appartenant aux types écologiques FE32, MJ12, MJ22, MJ25, MS21 et RT12) ont été échantillonnées. À ce moment, nous ne savions pas si ces âges correspondaient à des sujets relativement vieux pour le bouleau à papier de cette région. Mais au fur et à mesure de notre échantillonnage, nous nous sommes aperçus que ces âges ne représentaient pas un âge très avancé et ce type de tige d'aspect plus jeune n'a plus fait l'objet de notre quête par la suite. Notre recherche a donc été réorientée sur le repérage de tiges présentant un aspect plus âgé que ces dernières. Leur repérage était basé sur la forte taille, l'aspect rugueux et ligneux de l'écorce et la présence d'une cime irrégulière. La recherche a été principalement menée durant l'été et l'automne 1998 et quelque peu en 2002. Plusieurs peuplements où ont été repérées des tiges apparemment âgées avaient subi des coupes partielles ou totales. L'échantillonnage a alors été effectué sur des tiges résiduelles ou rémanentes. Ces tiges étaient souvent défectueuses ou de plus faible diamètre que celles qui avaient déjà été prélevées. Seules les tiges vivantes et exemptes de carie de cœur à 1,3 m du sol ont été retenues dans cette étude afin d'en déterminer le plus précisément l'âge. Lorsqu'une tige apparemment âgée était repérée, d'autres tiges similaires étaient recherchées dans son voisinage jusqu'à un maximum de trois à quatre tiges échantillonnées par peuplement.

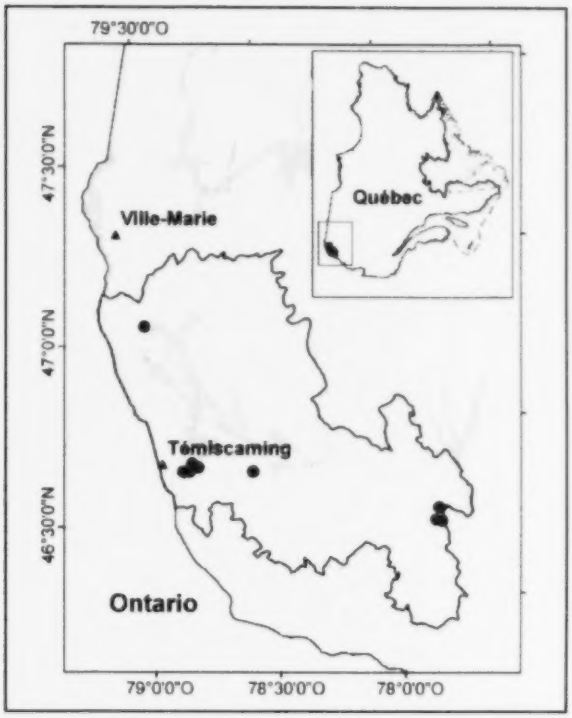

Figure 1. Localisation des tiges échantillonnées dans la sous-région écologique des collines du Lac Kipawa (3a-S).

Une fois sélectionnée, le dhp de la tige était mesuré, l'état du fût et de la cime était noté ainsi que les caractéristiques de la station. Afin de déterminer l'âge, l'un des deux types de prélèvement suivants a été effectué sur les tiges à une hauteur de 1,3 m au-dessus du sol : soit un disque de bois prélevé à la scie mécanique (lorsque la tige servait aussi à étudier la croissance du bouleau à papier[1]) ou soit un cylindre de bois prélevé à la tarière. Les cylindres de bois ont été placés immédiatement au frais dans une glacière. Au retour du terrain, les disques ainsi que les cylindres de bois ont été placés au congélateur jusqu'à leur analyse en laboratoire. L'âge a été déterminé en comptant le nombre de cernes annuels à l'aide d'une loupe binoculaire. Afin de faciliter la lecture des cernes, les disques de bois étaient préalablement poncés à l'état congelé et les cylindres de bois étaient taillés au scalpel afin d'offrir une surface de lecture lisse. L'âge des tiges est présenté par classes de 10 ans. Ainsi, une classe d'âge de 200 ans comprend les âges de 195 à 204 ans.

[1] Résultats sur la croissance non présentés dans cette note.

La végétation potentielle, le type écologique et le couvert arborescent ont été déterminés selon le système de classification de GOSSELIN *et al.* (1999). La strate cartographique, la pente et le drainage ont été notés en pointant les peuplements sur les cartes forestières du ministère des Ressources naturelles du Québec (LORD et FAUCHER 2003). Pour certains peuplements, des corrections ont été apportées à la pente ainsi qu'au drainage afin de mieux refléter les conditions de croissance des tiges sélectionnées.

Résultats

Au total, 34 tiges vivantes de bouleau à papier de 150 ans ou plus, sans carie de cœur, ont été sélectionnées dans 16 peuplements différents. La moitié de celles-ci avait un âge de 200 ans et plus (Tableau 1). Le plus vieux bouleau à papier recensé était âgé de 291 ans à 1,3 m du sol. Plusieurs tiges d'aspect âgé, constituant parfois la totalité des tiges résiduelles après coupe, ont été repérées sur le territoire mais elles n'ont pas été retenues car elles renfermaient des caries de cœur.

Les classes d'âge de 190 à 220 ans sont davantage représentées dans notre échantillonnage puisque, avec 22 tiges, elles constituent les deux tiers de l'inventaire (Figure 2). Lorsque plusieurs tiges apparemment âgées étaient sélectionnées à l'intérieur d'un même peuplement, leurs âges différaient peu, l'écart maximal observé étant de 30 ans (Tableau 1). Le nombre de tiges apparemment âgées et sélectionnées dans un même peuplement diminuait avec l'âge de celles-ci. Ainsi, une seule tige de classe d'âge de plus de 200 ans a été recueillie par peuplement dans 9 cas sur 10 (Tableau 1).

Des bouleaux à papier âgés de 200 ans ou plus ont été échantillonnés dans plusieurs types de végétation potentielle (Tableau 1). Cependant, pour les stations à potentiel d'érablière à bouleau jaune (FE3), des bouleaux à papier de plus de 150 ans n'ont été repérés que sur des stations à sol mince, soit sur un sommet de montagne (190 ans) et dans une coulée en pente forte (220 ans). Aussi, aucun bouleau à papier âgé de 150 ans ou plus n'a été repéré dans un couvert arborescent composé à plus de 75 % de bouleaux à papier. Les trois bouleaux à papier les plus âgés (240, 270 et 290 ans) de cette étude ont été échantillonnés sur des stations où le bouleau jaune était présent et pour lequel la strate cartographique était identifiée comme une bétulaie jaune résineuse. Le plus vieux sujet a été échantillonné dans un

peuplement vierge où aucune coupe forestière n'a apparemment été pratiquée.

Le tiers des bouleaux à papier échantillonnés de 150 ans ou plus montrait des bris de cime avec le fût principal cassé à partir duquel une ou plusieurs branches principales avaient reconstitué la cime. Sur les stations moins fertiles comme celles à potentiel de pessière noire (RE2) et de sapinière à épinette noire (RS2), les bouleaux à papier de 150 ans et plus présentaient un aspect de maturité avancée (écorce terne et dure, cime peu développée et irrégulière). Par contre, sur les stations plus riches, la plupart des bouleaux à papier de 150 à 220 ans ne paraissaient pas décrépits malgré leur âge avancé (Figure 3) et semblaient aptes à croître encore pendant de nombreuses années. Même celui âgé de 290 ans dont la cime était peu développée ne semblait pas moribond (Figure 4).

Tableau 1. Répartition de l'âge des vieilles tiges de bouleau à papier échantillonnées de façon non probabiliste en fonction des caractéristiques de la station

Végétation potentielle	Âge des bouleaux à papier (années)[1]				Dhp[2]	Type écologique	Strate cartographique	Couvert arborescent	Pente	Drainage	Coupe[3]
	tige 1	tige 2	tige 3	tige 4	(cm)						
Érablière à bouleau jaune	190				47	FE32H	ErBj C1 VIN	ERS	B	2	P
	220				51	FE30	Pr+BB C1 12070	ERS BOJ	D	2	V
Bétulaie jaune à sapin	150	150	160		47	MJ22	Bj B2 120	BOJ BOP	B	3	P
	190				34	MJ21	Pb+Bj D1 12070	BOJ SAB	B	3	P
	190	200	210		50	MJ21	RFH C3 90	EPB SAB	C	2	T
	240				44	MJ22	Bj+R A2 VIN	PIB EPB BOJ	B	2	V
	290				56	MJ22	Bj+R A2 VIN	BOJ	B	3	V
Pinède blanche	190	190	200		40	RP10	Pb+Bj D1 12070	PIB EPB BOP	C	2	P
	190	200	200		36	RP10	Pr+BB C1 12070	PIB PIR PRU	E	1	V
Sapinière à thuya	210				46	RS12	Bj+R B2 120	THO SAB	C	2	V
	210	210	210		50	RS10	Bj+R B2 VIN	THO BOJ	D	2	V
	190	220			37	RS11	Bb1R D3 70	THO EPN SAB	B	2	P
	220				44	RS15	Bb1R C2 70	THO SAB	B	4	V
	270				40	RS12	Bj+C B2 VIN	THO SAB BOJ	C	2	P
Sapinière à épinette noire	220				32	RS21	Bb1R D3 70	PIB EPN SAB	B	2	P
Pessière noire	150	160	170	170	34	RE21	Epb B3 90	EPN SAB PIB	A	1	P
	180	180	190	200	38	RE25	RBj- B2 90	THO EPN SAB	D	4	P

[1] Âge à 1,3 m du sol, par classes de 10 ans.

[2] Lorsqu'il y a plus d'une tige, la valeur correspond à la plus grosse tige étudiée.

[3] Type de coupe : P = coupe partielle, T = coupe totale, V = aucune coupe.

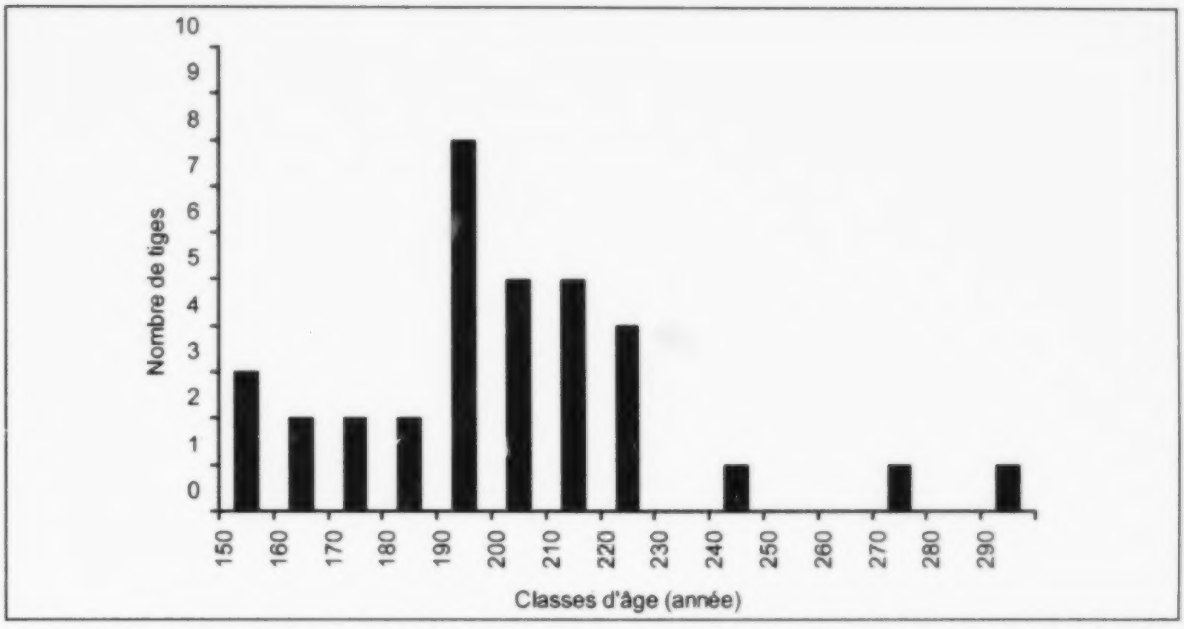

Figure 2. Représentativité des âges des bouleaux à papier de 150 ans et plus échantillonnés de façon non probabiliste.

Discussion

Cette étude montre que le bouleau à papier peut vivre quelques centaines d'années. En effet, la moitié des tiges échantillonnées présente des âges de 200 ans ou plus, le plus vieux bouleau à papier ayant un âge de 291 ans à 1,3 m du sol. Des âges de 150 à 200 ans ne semblent donc pas exceptionnels pour le bouleau à papier de cette région d'autant plus que plusieurs tiges de ces classes d'âge sont retrouvées dans un même peuplement. Dans le sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc de l'ouest, DANSEREAU (1990) a recensé de nombreux bouleaux à papier de plus de 150 ans dans une étude sur la récurrence des feux en Abitibi. En effet, près de 50 tiges étaient âgées entre 151 et 219 ans et plus de la moitié d'entre elles étaient âgées de plus de 200 ans.

Dans notre étude, bon nombre de tiges échantillonnées de 150 à 200 ans présentent une cime bien développée et un aspect général qui laisse croire que ces tiges ne sont pas dans un état de sénescence et peuvent encore croître pendant de nombreuses années. Au-delà de 200 ans cependant, le bouleau à papier commence à montrer ou affiche des signes de sénescence et le contour de sa cime devient de plus en plus ténu et irrégulier. De plus, ces bouleaux semblent se faire plus rares car contrairement aux classes d'âge plus jeunes, nous n'avons pu recueillir plus d'une de ces vieilles tiges à la fois par peuplement. Toutefois, la relation entre l'abondance des tiges de bouleau à papier et leur âge ne peut être établie d'une façon précise car seules les tiges exemptes de carie de cœur ont été échantillonnées dans cette étude. De plus, aucun décompte de l'ensemble des tiges de bouleau à papier âgées (avec ou sans carie de cœur) présentes dans un même peuplement n'a été efffectué.

Le bouleau à papier atteint des âges de 150 à 200 ans sur plusieurs types de station au Témiscamingue. Cependant, dans le cas de l'érablière à bouleau jaune et à l'exclusion de deux stations qui présentaient des caractéristiques extrêmes pour ce groupement végétal, nous n'avons pas repéré de tiges de bouleau à papier suffisamment vieilles en apparence pour être retenues et ce malgré la forte représentativité de ce type de peuplement dans la région inventoriée. Diverses raisons peuvent expliquer une telle situation notamment la récolte des tiges de forts diamètres atteints à des âges relativement jeunes sur ces stations, l'incapacité du bouleau à papier à se maintenir longtemps dans un couvert formé d'essences tolérantes à l'ombre et la diminution de la longévité des arbres avec l'augmentation de la fertilité des stations (ROBICHAUD et METHVEN 1993, POTHIER et SAVARD 1998).

Figure 3. Bouleaux à papier de 150 ans et plus. a) Tige de 150 ans sur le type écologique de la bétulaie jaune à sapin de texture moyenne et de drainage mésique (MJ22); b) Tige de 210 ans sur le type écologique de la sapinière à thuya sur dépôt très mince (RS10); c) Tige de 220 ans sur le type écologique de la sapinière à thuya de texture moyenne et de drainage subhydrique (RS15); d) Tige de 240 ans sur le type écologique de la bétulaie jaune à sapin de texture moyenne et de drainage mésique (MJ22).

Figure 4. Bouleau à papier de 290 ans sur le type écologique de la bétulaie jaune à sapin de texture moyenne et de drainage mésique (MJ22).

Les résultats de cette étude et de celle de DANSEREAU (1990) montrent qu'il n'est pas rare que le bouleau à papier atteigne des âges de 150 à 200 ans et qu'il peut même atteindre près de 300 ans contrairement à ce qui est véhiculé dans la littérature scientifique. Il est quelque peu étonnant de constater, comme il est rapporté de façon systématique dans la littérature scientifique, que le bouleau à papier vit rarement plus de 140 ans et qu'exceptionnellement, il peut atteindre 200 ans (voir l'introduction). Cela peut s'expliquer, en partie, par le fait que la littérature scientifique sur le bouleau à papier provient surtout du nord-est des États-Unis et que l'information véhiculée a été reprise par l'ensemble des auteurs. Différentes hypothèses peuvent expliquer pourquoi la longévité du bouleau à papier semble être plus courte aux États-Unis. Ainsi, l'exploitation importante du bouleau à papier depuis le siècle dernier aux États-Unis (DANA 1909, NASH *et al.* 1951) a sans doute causé la raréfaction des tiges très âgées. Une autre explication est le climat plus chaud du nord-est américain par rapport à celui de la région du Témiscamingue dont l'influence peut avoir des répercussions sur la longévité du bouleau à papier. En effet, le nord des États-Unis représente la limite sud de l'aire de répartition du bouleau à papier laquelle s'étend jusqu'à la limite nordique de croissance des arbres (SAFFORD *et al.* 1990). Par ailleurs au New Hampshire, quelques auteurs mentionnent la présence en altitude, là où le climat est plus frais, de bouleaux à feuilles cordées (une espèce voisine) de plus de 200 ans (GRABER *et al.* 1973, HILL 1989).

La présente étude a été menée dans l'extrême ouest du Québec. Par rapport à l'aire de répartition de bouleau à papier sur le territoire québécois, l'aire étudiée n'en constitue qu'une faible portion. Dans ce contexte, il serait risqué de vouloir appliquer les résultats obtenus à l'ensemble du Québec d'autant plus que les quelques mentions québécoises sur des âges avancés du bouleau à papier ne l'ont été que pour l'ouest du Québec (BERGERON et DUBUC 1989, BOIVIN 1977, DANSEREAU 1990). Il serait souhaitable de vérifier cette longévité pour d'autres régions au Québec avant d'appliquer les résultats de cette étude à l'ensemble du territoire québécois.

Le repérage de vieilles tiges de bouleau à papier, qui de surcroît ne contiennent pas de carie de cœur, est un défi à cause de l'exploitation forestière et aussi à cause du dépérissement. En effet, l'exploitation de la matière ligneuse a accentué la rareté des vieux arbres car les tiges sont récoltées avant qu'elles ne soient vieilles et ce sont généralement les moins belles tiges ou les plus petites qui ont été laissées sur pied. Les tiges résiduelles défectueuses ont davantage de chance de développer des caries de cœur avec le temps. De plus, après la coupe, les tiges résiduelles de bouleau à papier montrent souvent des signes de décadence et sont plus sujettes à la mortalité (ROY *et al.* 2001). L'épisode de dépérissement du bouleau dans les années 1930 et 1940 au Québec (POMERLEAU 1953) a aussi contribué à réduire le nombre de tiges de bouleau à papier âgées car ce sont justement les tiges les plus grosses et les plus âgées qui ont été les plus gravement touchées (MARTINEAU 1948, NASH 1949). La région située à l'ouest du Québec aurait cependant été moins durement touchée que celle située à l'est, avec une proportion de tiges dépérissantes de bouleau à papier de 32,9 % et de tiges mourantes ou mortes de 28,2 % selon un inventaire effectué en 1947 pour la région de l'Abitibi, du Témiscamingue et de l'Outaouais (MARTINEAU 1948). Cela peut expliquer en partie pourquoi des bouleaux à papier de plus de 200 ans sont retrouvés dans l'ouest du Québec.

Comme les cernes de croissance du bouleau à papier sont très fins, peu contrastés et souvent très rapprochés les uns des autres durant les dernières décennies des sujets âgés, il devient pratiquement impossible de déterminer précisément l'âge de ces tiges sur le terrain à l'aide d'une loupe de poche par exemple. Notre expérience nous a montré qu'il était préférable de faire sécher les disques de bois et de les poncer afin d'obtenir une surface de lecture très lisse pour dénombrer les cernes au binoculaire. Quant aux cylindres de bois, il semble préférable de les maintenir congelés jusqu'à leur analyse et de tailler une surface plane à l'aide d'un scalpel afin de détecter les cernes. Un contraste adéquat des cernes au binoculaire a été obtenu en faisant varier l'inclinaison de la surface de l'échantillon par rapport à la source lumineuse.

Remerciements

L'auteur remercie M. Jean-Louis Brown, autrefois chercheur à la DRF, qui a été l'instigateur et le responsable de ce projet sur le bouleau à papier jusqu'à sa retraite. Nous remercions la compagnie Commonwealth Plywood ltée de son implication financière et humaine, et en particulier MM. Gilbert Bernatchez, Jacques Forest, Pascal Gauthier, Richard Lefèvre, Alain Morin, Hubert Saint-Cyr et Pierre Viens. Nous remercions également MM. Daniel Lebel, Guy Brousseau, Jean-Pierre Carpentier et Éric Daigle pour le travail de terrain ainsi que Mmes Marie-France Thibault, Marilyne Cloutier et M. Jean-Claude Tissaux pour le travail en laboratoire. Enfin, nos remerciements s'adressent aux personnes qui ont bien voulu consacrer une partie de leur temps pour reviser, commenter et éditer cet ouvrage.

Références bibliographiques

BERGERON, Y. et M. DUBUC, 1989. *Succession in the southern part of the Canadian boreal forest*. Vegetatio 79: 51-63.

BOIVIN, J.-L., 1977. *Étude de certains critères d'aménagement du bouleau à papier et du peuplier faux-tremble*. Gouvernement du Québec, ministère des Terres et Forêts, Service des plans d'aménagement. 38 p.

DANA, S.T., 1909. *Paper birch in the Northeast*. USDA For. Serv., Circular 163. 37 p.

DANSEREAU, P.-R., 1990. *La reconstitution historique des feux dans un secteur forestier au sud du lac Abitibi, Québec*. Mémoire de maîtrise. Université du Québec à Montréal, Montréal. 140 p.

FARRAR, J.L., 1995. *Trees in Canada*. Fitzhenry & Whiteside and Canadian Forest Service, Ottawa. 502 p.

FRELICH, L.E. et C.G. LORIMER, 1991. *Natural disturbance regimes in hemlock-hardwood forests of the upper Great Lakes region*. Ecological Monographs 61: 145-164.

GOSSELIN, J., P. GRONDIN, et J.-P. SAUCIER, 1999. *Rapport de classification écologique du sous-domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune de l'ouest*. Ministère des Ressources naturelles du Québec, Direction des inventaires forestiers, Québec. 185 p.

GRABER, R.E., W.B. LEAK et D.F. THOMPSON, 1973. *Maximum ages of some trees and shrubs on Mount Washington*. Society for the Protection of New Hampshire Forests, Concord., N.H. Forest Notes, Summer 1973. p. 23-24.

HAEUSSLER, S. et D. COATES, 1986. Betula papyrifera *Marsh*. Dans Autecological characteristics of selected species that compete with conifers in British Columbia: a literature review. Land Management Report No. 33. Ministry of Forests, Information Services Branch. Victoria, BC. p. 41-43.

HILL, J.D., 1989. *Moutain paper birch (*Betula cordifolia *Regel) regeneration in an old-growth spruce-fir forest, White Mountains, New Hamsphire*. M.Sc. Thesis, University of New Hampshire, N.H. 80 p.

HUTNIK, R.J et F.E. CUNNINGHAM, 1961. *Silvical characteristics of paper birch* (Betula papyrifera). USDA For. Serv., Northeast. For. Exp. Sta., Sta. Pap. No. 141. 24 p.

HUTNIK, R.J et F.E. CUNNINGHAM, 1965. *Paper birch (*Betula papyrifera *Marsh.)*. Dans Silvics of forest trees of the United States. H.A. Fowells, comp. USDA, Agriculture Handbook 271. Washington, DC. p. 93-98.

LOEHLE, C., 1988. *Tree life history strategies: the role of defenses*. Can. J. For. Res. 18: 209-222.

LORD, G. et A. FAUCHER, 2003. *Normes de cartographie écoforestière. Troisième inventaire écoforestier*. Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec, Forêt Québec, Direction des inventaires forestiers, Québec. 95 p.

LORTIE, M., 1979. *Arbres, forêts et perturbations naturelles au Québec*. Les Presses de l'Université Laval, Québec. 172 p.

MARIE-VICTORIN, Frere, 1964. *Flore laurentienne*. 2e édition. Les Presses de l'Université de Montréal, Québec, Canada. 925 p.

MARQUIS, D.A., D.S. SOLOMON et J.C. BJORKBOM, 1969. *A sylvicultural guide for paper birch in the Northeast*. USDA For. Serv., Northeast. For. Exp. Sta., Res. Pap. NE-130. 47 p.

MARTINEAU, R., 1948. *Observations sur l'état de santé du bouleau et du merisier dans le Québec*. Ministère des Terres et Forêts du Québec, Service de la protection des forêts, Contribution n° 22. 23 p.

NASH, R.W., 1949. *Studies of birch*. Maine. Forest. Commissioner, Biennial Report 1947-48. p. 107-121.

NASH, R.W., E.J. DUDA et N.H. GRAY, 1951. *Studies on extensive dying, regeneration, and management of birch*. Maine For. Serv., Bulletin no. 15. 82 p.

OMNR, 1998. *A silvicultural guide for the Great Lakes-St.Lawrence conifer forest in Ontario*. Version 1.1. Ont. Min. Nat. Resour.: Queen's Printer for Ontario. Toronto. 424 p.

OMNR, 2000. *A silvicultural guide to managing southern Ontario forests*. Version 1.1. Ont. Min. Nat. Resour.: Queen's Printer for Ontario. Toronto. 648 p.

OMNR, 2003. *Silviculture Guide to Managing Spruce, Fir, Birch, and Aspen Mixedwoods in Ontario's Boreal Forest*. Version 1.0. Ont. Min. Nat. Resour.: Queen's Printer for Ontario. 382 p.

PETERSON, E.B., N.M. PETERSON, S.W. SIMARD et J.R. WANG, 1997. *Paper birch managers' handbook for British Columbia*. Canada - British Columbia partnership agreement on forest resource development: FRDA II. B.C. Min. For., Victoria, BC. 133 p.

POMERLEAU, R., 1953. *History of hardwood species dying in Quebec*. Dans Report of the symposium on Birch dieback. Summary of the meetings held in Ottawa, Canada, on March 21 and 22, 1952, at the invitation of the Forest Biology Division, Science Service, Department of Agriculture. Part 1, p. 10-11.

POTHIER, D. et F. SAVARD, 1998. *Actualisation des tables de production pour les principales espèces forestières du Québec*. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction des inventaires forestiers, Québec. 183 p.

ROBICHAUD, E. et I.R. METHVEN, 1993. *The effect of site quality on the timing of stand breakup, tree longevity, and the maximum attainable height of black spruce*. Can. J. For. Res. 23: 1514-1519.

ROY, V., R. JOBIDON et L. BLAIS, 2001. *Étude des facteurs associés au dépérissement du bouleau à papier en peuplement résiduel après coupe*. For. Chron. 77: 509-517.

SAFFORD, L.O., 1983. *Silvicultural guide for paper birch in the Northeast (revised)*. USDA For. Serv., Northeast. For. Exp. Sta., Res. Pap. NE-535. 29 p.

SAFFORD, L.O., J.C. BJORKBOM et J.C. ZASADA, 1990. Betula papyrifera *Marsh*. Dans Silvics of North America, vol. 2, Hardwoods. R.M. Russell et B.H. Honkala (tech. coords.), USDA For. Serv., Agriculture Handbook 654, Washington, DC. p. 158-171.

SIMS, R.A., H.M. KERSHAW et G.M. WICKWARE, 1990. *White birch / Paper birch*. Dans The autecology of major tree species in the North Central region of Ontario. Ontario Ministry of Natural Resources, NW Ont. Forestry Techical Dev. Unit, Thunder Bay, Ont. TDU Tech. Report No. 48 / COFRDA Rep. No. 3302. p. 87-93.

Le mandat de la Direction de la recherche forestière (DRF) au sein du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) est de participer activement à l'amélioration de la pratique forestière au Québec. La concrétisation de ce mandat passe par la réalisation de travaux, principalement à long terme et d'envergure provinciale, lesquels intègrent à la fois des préoccupations de recherche fondamentale et de recherche appliquée.

Elle subventionne aussi des recherches universitaires à court ou à moyen terme. Ces recherches, importantes pour le Ministère, sont complémentaires aux travaux de la DRF ou réalisées dans des créneaux où elle ne peut s'impliquer.

Elle contribue à la diffusion de nouvelles connaissances, d'avis et de conseils scientifiques.

ISBN 978-2-550-53912-4
ISBN (pdf) 978-2-550-53913-1
Dépôt légal 2008
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
© 2008 Gouvernement du Québec

Ressources naturelles et Faune
Québec